Kingdom of Thailand

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 95-2540 (1997) (Thai): Steel wires for prestressed concrete

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN

IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT

PROTECTED BY COPYRIGHT

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด แบบและประเภท ขนาด ส่วนประกอบทางเคมี คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมลวดเหล็กเส้นกลมดึงเย็นแรงดึงสูง แบบเรียบ แบบมีรอยย้ำ แบบมีบั้ง และแบบหยัก ชนิดคลายความเค้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 4 5 6 7 8 9 10 และ 12.2 มิลลิเมตร และชนิดไม่คลายความเค้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 2.5 3 4 5 6 7 และ 8 มิลลิเมตร ประเภทความผ่อนคลายธรรมดา (normal relaxation) และประเภทความผ่อนคลายต่ำ (low relaxation)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ลวด" หมายถึง ลวดที่ทำขึ้นโดยวิธีดึงเย็นเหล็กลวดคาร์บอนสูง

2.2 การวิเคราะห์จากเบ้า (cast analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างน้ำเหล็กในระหว่างการหล่อ

2.3 ค่าลักษณะเฉพาะ (characteristic value) หมายถึง ค่าที่ได้กำหนดให้แน่นอน ไม่ใช่ได้มาจากค่าสมมุติ

2.4 พื้นที่หน้าตัดระบุ หมายถึง พื้นที่หน้าตัดที่สมนัยกับพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเส้นกลมเรียบขนาดระบุเดียวกัน

2.5 ความผ่อนคลาย (relaxation) หมายถึงความเสื่อมสูญของแรงดึงตามระยะเวลาของลวดที่มีความยาวคงที่ คิดเป็นร้อยละของแรงดึงเริ่มแรกที่ใช้กับลวด

2.6 ลวดดึงเย็น (cold-drawn wire) หมายถึง ลวดลักษณะตัน ทำจากเหล็กลวดโดยการดึงเย็นผ่านดายหรือลูกกลิ้ง

2.7 ลวดกลมแบบเรียบ (plain wire) หมายถึง ลวดมีผิวตามที่ได้จากดายที่ใช้ดึง มีพื้นที่ภาคตัดขวางสม่ำเสมอ ลักษณะผิวและแนวแกนไม่เปลี่ยนแปลงเป็นคาบตลอดความยาว

2.8 ลวดกลมแบบมีรอยย้ำ (indented wire) หมายถึง ลวดซึ่งผิวมีรอยย้ำเป็นระยะเท่า ๆ กันตลอดความยาว

2.9 ลวดกลมแบบหยัก (crimped wire) หมายถึง ลวดที่เปลี่ยนแปลงแนวแกนอย่างสม่ำเสมอในระนาบเดียว หรือในรูปของเกลียว ซึ่งเกิดขึ้นโดยกรรมวิธีทางกลหลังการดึงเย็น

2.10 ลวดไม่คลายความเค้น (non-stress relieved or mill coil wire) หมายถึง ลวดซึ่งอยู่ในสภาพที่ได้จากการดึงเย็น มีสารหล่อลื่นที่ใช้ในการดึงเย็นหล่อเหลืออยู่ที่ผิว

2.11 ลวดคลายความเค้น (stress relieved wire) หมายถึง ลวดดึงเย็นซึ่งผ่านขบวนการปรับคุณสมบัติวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดความยาวของเส้น ดังต่อไปนี้

(1) นำลวดผ่านชุดเครื่องดัดตรง แล้วอบร้อนระยะเวลาสั้น หรือ

(2) อบร้อนระยะเวลาสั้นในช่วงการเปลี่ยนรูปถาวรในสภาพให้ความเครียดตามแนวแกน

2.12 แรงดึงพิสูจน์ (proof force) หมายถึง แรงที่ทำให้เกิดความยืดเป็นร้อยละของความยาวพิกัดเดิมเท่ากับที่กำหนดไว้

3. ชนิด แบบและประเภท

3.1 ลวดแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

3.1.1 ชนิดไม่คลายความเค้น

3.1.2 ชนิดคลายความเค้น

3.2 ลวดแบ่งออกเป็น 4 แบบคือ

3.2.1 แบบเกลี้ยง

3.2.2 แบบมีรอยย้ำ

3.2.3 แบบมีบั้ง

3.2.4 แบบหยัก

3.3 ลวดชนิดคลายความเค้น มี 2 ประเภท คือ

3.3.1 ประเภทความผ่อนคลายธรรมดา

3.3.2 ประเภทความผ่อนคลายต่ำ

4. ขนาด

4.1 ลวดชนิดไม่คลายความเค้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตรและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนมวลต่อเมตรให้เป็นไปตามตารางที่ 1
การทดสอบมวลต่อเมตรให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

4.2 ลวดชนิดคลายความเค้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตรและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตรให้เป็นไปตามตารางที่ 2
การทดสอบมวลต่อเมตรให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

4.3 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขด แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

ตารางที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร
และค่าลักษณะเฉพาะของลวดชนิดไม่คลายความเค้น
(ข้อ 4.1 ข้อ 6.4.1 ข้อ 10.4.3 และข้อ 10.5.3)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มิลลิเมตร	ความทนแรงดึงระบุ[1] นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	มวลต่อเมตร		ค่าลักษณะเฉพาะ[2] ต่ำสุด		
			ค่าระบุ[3] กรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน กรัม	แรงดึงสูงสุด[4] กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์ ร้อยละ 0.1 กิโลนิวตัน	รัศมีการดัดโค้ง มิลลิเมตร
2.5	1 960	4.91	38.5	± 1.25	9.62	7.7	7.5
2.5	1 860	4.91	38.5	± 1.25	9.13	7.3	7.5
3	1 860	7.07	55.5	± 1.5	13.1	10.5	7.5
3	1 770	7.07	55.5	± 1.5	12.5	10.0	7.5
4	1 770	12.6	98.9	± 2.0	22.3	17.8	10
4	1 670	12.6	98.9	± 2.0	21.0	16.8	10
5	1 770	19.6	154	± 3.1	34.7	27.8	15
5	1 670	19.6	154	± 3.1	32.7	26.2	15
6	1 770	28.3	222	± 3.7	50.1	40.1	15
6	1 670	28.3	222	± 3.7	47.3	37.8	15
7	1 670	38.5	302	± 4.3	64.3	51.4	20
7	1 570	38.5	302	± 4.3	60.4	48.3	20
8	1 570	50.3	395	± 5.9	79.0	63.2	20
8	1 470	50.3	395	± 5.9	73.9	59.1	20

หมายเหตุ

1) *ความทนแรงดึงระบุใช้ประโยชน์เพื่อการเรียกเท่านั้น และคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดระบุกับค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด โดยปัดเศษถึง 10 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรที่ใกล้เคียงที่สุด*
2) *กำหนดให้ใช้ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงแทนความทนแรงระบุ เนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อความยาวมีค่าน้อย*
3) *ค่ามวลต่อความยาวคำนวณจากความหนาแน่นของเหล็กซึ่งยอมรับกันเท่ากับ 7.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร*
4) *เพื่อการพิสูจน์ความเหมาะสมของวัสดุ ซึ่งมีการนำไปใช้เฉพาะงาน (ตัวอย่างเช่นไม้หมอนรถไฟ เสาเข็ม หรือถังน้ำ) กำหนดให้แรงที่ร้อยละ 1 ของความยืดรวมต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด*

ตารางที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และค่าลักษณะเฉพาะของลวดชนิดคลายความเค้น

(ข้อ 4.2 ข้อ 6.5.1 ข้อ 10.4.3 และข้อ 10.5.3)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มิลลิเมตร	ความทนแรงดึงระบุ[1] นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	มวลต่อเมตร		ค่าลักษณะเฉพาะ[2] ต่ำสุด			
			ค่าระบุ[3] กรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน กรัม	แรงดึงสูงสุด[4] กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์ ร้อยละ[4)5)6)] 0.1 กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์ ร้อยละ[4)6)] 0.2 กิโลนิวตัน	รัศมีการดัดโค้ง มิลลิเมตร
4	1 770	12.6	98.9	± 2.0	22.3	18.5	19.0	10
4	1 670	12.6	98.9	± 2.0	21.0	17.5	17.9	10
5	1 770	19.6	154	± 3.1	34.7	28.8	29.5	15
5	1 670	19.6	154	± 3.1	32.7	27.2	27.8	15
6	1 770	28.3	222	± 3.7	50.1	41.6	42.6	15
6	1 670	28.3	222	± 3.7	47.3	39.3	40.2	15
7	1 670	38.5	302	± 4.3	64.3	53.4	54.7	20
7	1 570	38.5	302	± 4.3	60.4	50.1	51.3	20
8	1 670	50.3	395	± 5.9	84.0	69.7	71.4	20
8	1 570	50.3	395	± 5.9	79.0	65.6	67.1	20
9	1 470	63.6	499	± 7.2	93.5	74.8	76.7	25
10	1 570	78.5	617	± 8.6	123	98.6	101	25
10	1 470	78.5	617	± 8.6	115	92.3	94.3	25
12.2	1 570	117	918	± 10.5	184	147	151	30
12.2	1 470	117	918	± 10.5	172	138	141	30

หมายเหตุ

1) *ความทนแรงดึงระบุใช้ประโยชน์เพื่อการเรียกเท่านั้น และคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดระบุกับค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด โดยปัดเศษถึง 10 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรที่ใกล้เคียงที่สุด*

2) *กำหนดให้ใช้ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงแทนความทนแรงดึงระบุ เนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อความยาวมีค่าน้อย*

3) *มวลต่อความยาวคำนวณจากความหนาแน่นของเหล็กซึ่งยอมรับกันเท่ากับ 7.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร*

4) *สำหรับลวดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 8 มิลลิเมตร ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงที่ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.2 จะมีค่าโดยประมาณเท่ากับร้อยละ 80 และร้อยละ 82 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดตามลำดับ ส่วนลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร และเล็กกว่าจะประมาณร้อยละ 83 และร้อยละ 85 ตามลำดับ*

5) *มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) อาจใช้ค่า 205 ± 10 กิโลนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร*

6) *แรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.1 เป็นค่าที่ใช้ทดสอบ ส่วนแรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.2 เป็นเพียงข้อแนะนำ (ตาม ISO 6934-1) ยกเว้นเมื่อมีการตกลงเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย*

5. ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีควรจะสัมพันธ์กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์ และความทนแรงดึง ถ้าเป็นความต้องการของผู้ซื้อ ต้องแสดงผลวิเคราะห์จากเบ้า ซึ่งทั้งกำมะถัน และฟอสฟอรัสต้องไม่เกินร้อยละ 0.04

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

ลวดแต่ละขดต้องเป็นลวดเส้นเดียวกัน ไม่มีการต่อหรือเชื่อม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความโก่ง

ลวดต้องตรง และเมื่อทดสอบตามข้อ 10.2 แล้วระยะโก่งต้องไม่เกิน 30 มิลลิเมตร

6.3 ขนาดรอยย้ำแนะนำให้เป็นไปตามข้อ ก.1 และขนาดหยัก แนะนำให้เป็นไปตามข้อ ก.2

6.4 สมบัติทางกลของลวดชนิดไม่คลายความเค้น

6.4.1 แรงดึงสูงสุด และแรงดึงพิสูจน์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3 หรือวิธีทดสอบอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

6.4.2 ความยืดและสภาพดึงยืดได้

6.4.2.1 เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว ความยืดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 และลวดต้องขาดในลักษณะที่คอดลง ซึ่งมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

6.4.2.2 เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 แล้ว ลวดกลมแบบเรียบต้องทนการดัดโค้งแบบดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง ลวดกลมแบบมีรอยย้ำและแบบมีบั้งต้องทนการดัดโค้งแบบดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง

6.4.3 ความผ่อนคลาย

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.5 โดยใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 70 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดแล้ว ความผ่อนคลายต้องไม่เกินร้อยละ 10 หรือถ้าต้องการใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 60 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด ความผ่อนคลายต้องไม่เกินร้อยละ 8

หมายเหตุ กรณีที่มีผลการทดสอบความผ่อนคลายที่ 1 000 ชั่วโมง ผ่านแล้ว ไม่ต้องทำการทดสอบเพื่อติดตามผลอีก

6.4.4 ความล้า (fatique)

ถ้าเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ ลวดจะต้องผ่านการทดสอบตามข้อ 10.6 โดยไม่เกิดความเสียหาย

6.5 สมบัติทางกลของลวดชนิดคลายความเค้น

6.5.1 แรงดึงสูงสุด และแรงดึงพิสูจน์ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3 หรือวิธีทดสอบอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

6.5.2 ความยืดและสภาพดึงยืดได้

6.5.2.1 เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว ความยืดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.5 ลวดต้องขาดในลักษณะที่คอดลง ซึ่งมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

6.5.2.2 เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 แล้ว ลวดกลมแบบเรียบ ต้องทนการดัดโค้งแบบดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง ลวดกลมแบบมีรอยย้ำและแบบมีบั้งต้องทนการดัดโค้งแบบดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง

6.5.3 ความผ่อนคลาย

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.5 โดยใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 70 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด แล้วความผ่อนคลายต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 หรือถ้าต้องการใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 60 และร้อยละ 80 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดความผ่อนคลายให้เป็นไปตามตารางที่ 3

หมายเหตุ *กรณีที่มีผลการทดสอบความผ่อนคลายที่ 1 000 ชั่วโมงผ่านแล้ว ไม่ต้องทำการทดสอบเพื่อติดตามผลอีก*

ตารางที่ 3 ความผ่อนคลาย

(ข้อ 6.5.3)

แรงดึงเริ่มต้น ร้อยละของ ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด	ประเภท	
	ความผ่อนคลายธรรมดา สูงสุด ร้อยละ	ความผ่อนคลายต่ำ สูงสุด ร้อยละ
60	4.5	1.0
70	8.0	2.5
80	12.0	4.5

6.5.4 ความล้า

ถ้าเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ ลวดจะต้องผ่านการทดสอบตามข้อ 10.6 โดยไม่เกิดความเสียหาย

7. การบรรจุ

หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ให้ใช้กระดาษเหนียวหรือวัสดุหุ้มห่อที่เหมาะสมพันขดลวดแต่ละขนาดและรัดให้แน่นหนา

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ลวดทุกขดต้องมีป้ายผูกติดอยู่ และที่ป้ายนั้นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ เป็นภาษาอังกฤษว่า "PC WIRE"

- ตามด้วยอักษร M สำหรับลวดชนิดไม่คลายความเค้น หรือ
- ตามด้วยอักษร S สำหรับลวดชนิดคลายความเค้น

(2) ตัวอักษรแสดงแบบตามลักษณะผิวของลวด
- P สำหรับแบบเกลี้ยง
- I สำหรับแบบมีรอยย้ำ
- R สำหรับแบบมีบั้ง
- C สำหรับแบบหยัก

(3) เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

(4) ความทนแรงดึงระบุ

(5) ประเภทความผ่อนคลาย ดังนี้
- Relax 1 สำหรับประเภทความผ่อนคลายธรรมดา
- Relax 2 สำหรับประเภทความผ่อนคลายต่ำ

(6) น้ำหนักสุทธิของขด เป็นกิโลกรัม

(7) หมายเลขของขด

(8) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ตัวอย่าง PC wire-SI-7-1570-Relax 1 หมายถึง ลวดกลมชนิดคลายความเค้นแบบมีรอยย้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 7 มิลลิเมตร ความทนแรงดึงระบุ 1 570 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรประเภทความผ่อนคลายธรรมดา

8.2 ที่วัสดุหุ้มห่อลวดทุกขด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดตามข้อ 8.1 ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ลวดชนิด แบบ ประเภท และขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การทดสอบเฉพาะแบบและการรับรอง

9.2.1.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมวลต่อเมตร ลักษณะทั่วไป และความโก่ง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบมวลต่อเมตร ลักษณะทั่วไป และความโก่ง
(ข้อ 9.2.1.1 และข้อ 9.2.1.2)

ขนาดรุ่น ขด	ขนาดตัวอย่าง ชิ้น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 50	5	0
เกิน 50	8	1

9.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 และข้อ 6.2 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 4 จึงจะถือว่าลวดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.1.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบสมบัติทางกล

(1) ชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ 9.2.1.2 ตามจำนวนดังต่อไปนี้

(1.1) ค่าลักษณะเฉพาะ ความยืดและสภาพดึงยืดได้ จำนวน 3 ชิ้นตัวอย่าง

(1.2) ความผ่อนคลาย จำนวน 1 ชิ้นตัวอย่าง

(2) การยอมรับ

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.4.1 ข้อ 6.4.2 และข้อ 6.4.3 หรือข้อ 6.5.1 ข้อ 6.5.2 ข้อ 6.5.3 จึงจะถือว่าลวดเหล็กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าชิ้นทดสอบชิ้นใดชิ้นหนึ่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.4.1 ข้อ 6.4.2 และข้อ 6.4.3 หรือข้อ 6.5.1 ข้อ 6.5.2 ข้อ 6.5.3 ให้ตัดชิ้นทดสอบใหม่จากตัวอย่างขดเดียวกันจำนวน 2 เท่าของชิ้นทดสอบครั้งแรก และผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามข้อ 6.4.1 ข้อ 6.4.2 ข้อ 6.4.3 หรือข้อ 6.5.1 ข้อ 6.5.2 ข้อ 6.5.3 ทุกชิ้น จึงจะถือว่าลวดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.1.4 ระหว่างการทดสอบถ้าชิ้นทดสอบใดขาดนอกจุดพิกัด และผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ยกเลิกผลการทดสอบนั้น แล้วนำชิ้นทดสอบใหม่จากปลายขดเดียวกันมาทดสอบแทน

9.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างลวดต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 และข้อ 9.2.1.3(2) ทุกข้อ จึงจะถือว่าลวดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9.2.3 การทดสอบประจำสำหรับโรงงาน

9.2.3.1 ให้โรงงานผู้ทำลวดทดสอบค่าลักษณะเฉพาะ ความยืด และสภาพดึงยืดได้ทุกขด และทดสอบความผ่อนคลาย 1 ชิ้นตัวอย่างเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

9.2.3.2 ลวดต้องเป็นไปตามข้อ 6.4.1 ข้อ 6.4.2 และข้อ 6.4.3 หรือข้อ 6.5.1 ข้อ 6.5.2 ข้อ 6.5.3 จึงจะถือว่าลวดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10. การทดสอบ

10.1 มวลต่อเมตร

10.1.1 เครื่องมือ

10.1.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

10.1.1.2 สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

10.1.2 วิธีทดสอบ

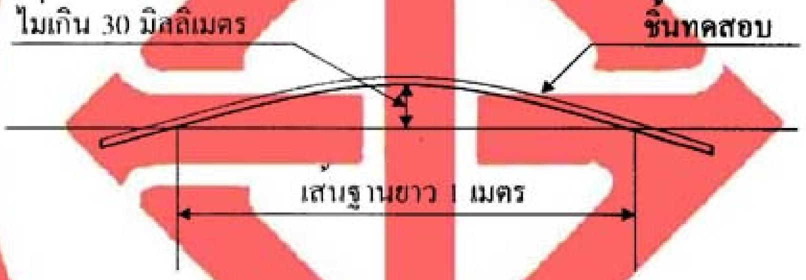
วัดความยาวชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และชั่งมวลชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึง 1 กรัม และคำนวณมวลต่อเมตรแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง

10.1.3 การรายงานผล

รายงานมวลต่อเมตรของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น

10.2 ความโก่ง

นำชิ้นทดสอบวางบนพื้นราบอย่างอิสระ ความโก่งของชิ้นทดสอบ วัดจากระยะมากที่สุดตั้งฉากกับเส้นฐานซึ่งยาว 1 เมตร ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวัดความโก่ง
(ข้อ 10.2)

10.3 แรงดึงสูงสุด แรงดึงพิสูจน์และความยืด

10.3.1 เครื่องมือ

10.3.1.1 เครื่องทดสอบแรงดึง

10.3.1.2 มาตรวัดความยืดอ่านได้ละเอียดถึง 0.001 มิลลิเมตร และมีหัวจับที่จับเส้นลวดได้

10.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ลวดที่จะใช้เป็นชิ้นทดสอบ ทำเครื่องหมายความยาวพิกัด และตำแหน่งปลายหัวจับ ดังในรูปที่ 2

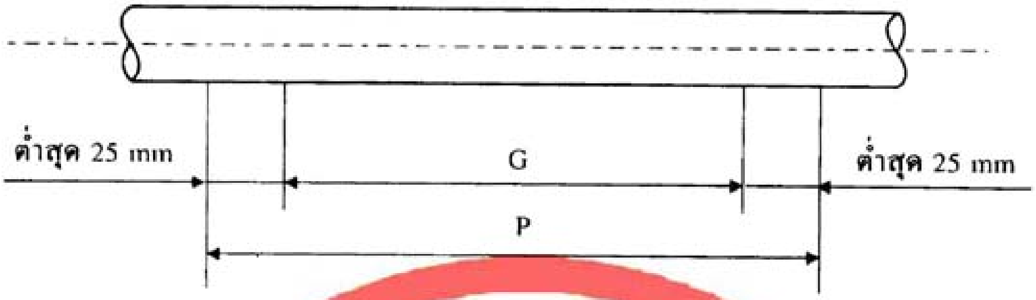
10.3.2.1 ความยาวพิกัดของมาตรวัดความยืด (G) ต้องเท่ากับ 200 มิลลิเมตร

10.3.2.2 ระยะระหว่างหัวจับ (P) ควรจะมากกว่าความยาวพิกัดอีกข้างละไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

10.3.3 การคำนวณหาพื้นที่ภาคตัดขวาง

10.3.3.1 ลวดกลมแบบเกลี้ยง ให้คำนวณหาพื้นที่ภาคตัดขวางของเส้นลวด จากเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่วัดได้ในช่วงความยาวพิกัด

10.3.3.2 ลวดกลมแบบมีรอยย้ำ แบบมีบั้งและแบบหยัก ให้คำนวณจากเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด



รูปที่ 2 ชิ้นทดสอบ
(ข้อ 10.3.2)

10.3.4 วิธีทดสอบ

10.3.4.1 อุณหภูมิของชิ้นทดสอบก่อนทดสอบ ควรเท่ากับอุณหภูมิห้องทดสอบ

10.3.4.2 จับชิ้นทดสอบในลักษณะที่ทำให้ชิ้นทดสอบได้รับแรงดึงตามแนวแกนของชิ้นทดสอบโดยตลอด

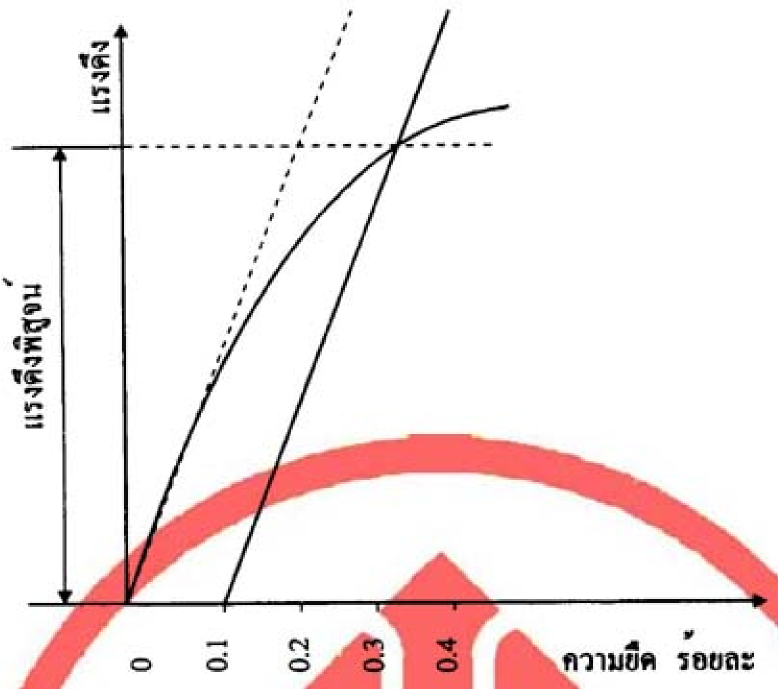
10.3.4.3 อัตราการให้แรงดึงที่ใช้ทดสอบไม่มากกว่า 30 เมกะพาสคัลต่อวินาที หลังจากหาแรงดึงพิสูจน์แล้ว อัตราการให้แรงดึงอาจเพิ่มอีกได้ แต่ไม่เกิน 100 เมกะพาสคัลต่อวินาที การเพิ่มแรงดึง ต้องคงที่สม่ำเสมอ

10.3.4.4 การหาแรงดึงพิสูจน์

(1) จับมาตรวัดความยืดที่จุดพิกัด 2 จุด ที่ชิ้นทดสอบ

(2) ปรับเข็มบนหน้าปัดของมาตรวัดความยืดให้อ่านที่ศูนย์ แล้วเพิ่มแรงดึงโดยสม่ำเสมอดังระบุในข้อ 10.3.4.3 บันทึกแรงดึงบนเครื่องทดสอบทุก ๆ 0.05 มิลลิเมตรของความยืดของชิ้นทดสอบ

(3) เขียนกราฟความยืด–แรงดึง ดังรูปที่ 3 แล้วลากเส้นตรงจากจุดความยืด ร้อยละ 0.1 (หรือร้อยละ 0.2) แล้วแต่กรณีบนแกนความยืด ให้ขนานกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟไปตัดกับกราฟ แรงดึงที่ตรงกับจุดตัดของเส้นทั้งสองคือ แรงดึงพิสูจน์ที่ร้อยละ 0.1 (หรือร้อยละ 0.2) แล้วแต่กรณี



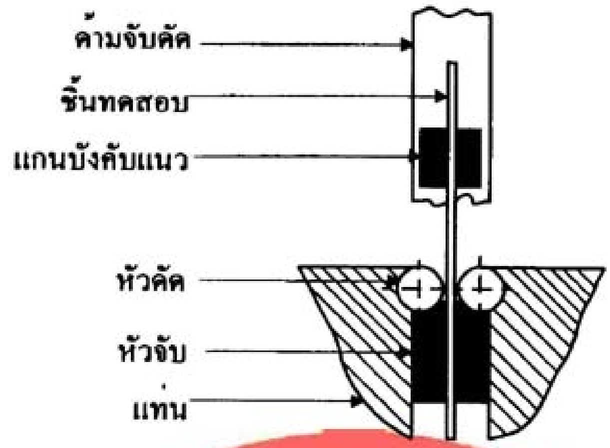
รูปที่ 3 กราฟแสดงการหาแรงดึงพิสูจน์
(ข้อ 10.3.4.4(3))

10.3.4.5 ความยืด

หาความยืดของลวดหลังจากลวดขาดออกจากกันแล้ว

10.4 การดัดโค้งแบบดัดกลับ

10.4.1 เครื่องทดสอบให้เป็นไปตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 เครื่องทดสอบการดัดโค้งแบบดัดกลับ

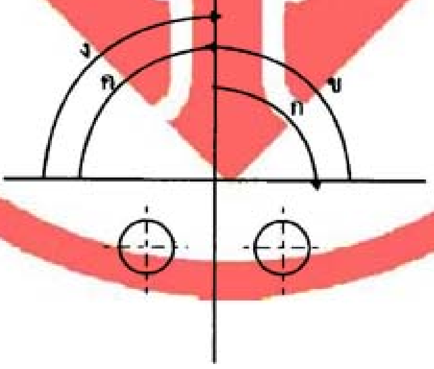
(ข้อ 10.4.1)

10.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ชิ้นทดสอบจะต้องผ่านการทดสอบตามข้อ 10.2 แล้ว

10.4.3 วิธีทดสอบ

จับปลายข้างหนึ่งของชิ้นทดสอบไว้ตามแสดงในรูปที่ 4 ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งใช้จับดัดโค้งตามรัศมีการดัดโค้งหัวดัดที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 ให้เป็นมุม 90 องศา และกลับมาที่เดิมเป็นการดัดกลับหนึ่งครั้งต่อไปให้ดัดไปในทิศทางตรงกันข้ามแล้วดัดกลับดังแสดงในรูปที่ 5 นับเป็นการดัดกลับอีกหนึ่งครั้ง อัตราการดัดโค้งต้องไม่เกิน 1 ครั้งต่อ 1 วินาที ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น



ก ข คือ ดัดครั้งที่ 1

ค ง คือ ดัดครั้งที่ 2

รูปที่ 5 วิธีนับจำนวนครั้ง

(ข้อ 10.4.3)

10.5 ความผ่อนคลาย

10.5.1 ห้องทดสอบต้องมีอุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาของการทดสอบ

10.5.2 ระยะระหว่างปลายหัวจับลวดทดสอบจะต้องมากกว่า 100 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด

10.5.3 ขึงชิ้นทดสอบด้วยแรงดึงทดสอบเท่ากับร้อยละ 60 70 หรือ 80 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดตามที่กำหนดในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 แล้วแต่ชนิด เพิ่มแรงดึงอย่างสม่ำเสมอจนถึงค่าแรงดึงทดสอบภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที แล้วคงตำแหน่งหัวจับไว้ ณ ที่นั้น หลังจากที่ได้แรงดึงทดสอบแล้ว 1 นาที อ่านค่าแรงดึงเริ่มแรก และเมื่อครบ 1 000 ชั่วโมง อ่านค่าแรงดึงอีกครั้งหนึ่ง

10.5.4 หาความผ่อนคลาย จากสูตร

$$\text{ความผ่อนคลาย ร้อยละ} = \frac{(\text{แรงดึงเริ่มแรก} - \text{แรงดึงที่อ่านได้เมื่อครบ 1 000 ชั่วโมง})}{\text{แรงดึงเริ่มแรก}} \times 100$$

10.6 ความล้า

ทดสอบด้วยความเค้นสูงสุด ร้อยละ 70 ของความทนแรงดึงระบุ จำนวนรอบความเค้นขึ้นลง 2×10^6 รอบ ช่วงความเค้นขึ้นลง 200 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรสำหรับลวดกลมแบบเรียบ และ 180 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับลวดกลมแบบมีรอยย้ำและแบบมีบั้ง

ในระหว่างที่ยังไม่มีข้อมูลของลวดกลมแบบหยัก ให้ใช้ช่วงความเค้น 100 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรไปก่อน

ภาคผนวก ก.

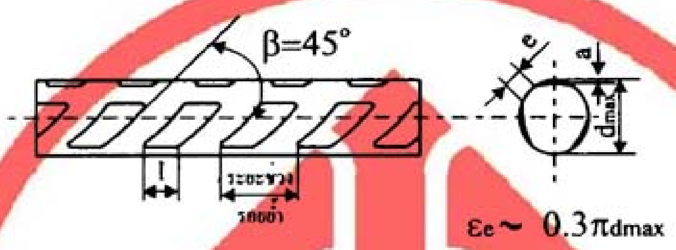
ตัวอย่างรอยย้ำและหยัก

(ข้อ 6.3)

ก.1 ขนาดรอยย้ำ แนะนำให้เป็นไปตามตารางที่ ก.1 หรือตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.1 รอยย้ำอย่างเฉียง

(ข้อ ก.1)

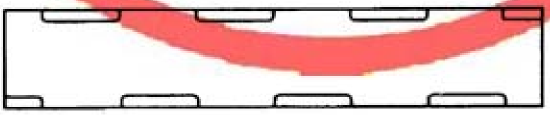


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวด	ขนาดระบุของรอยย้ำ		
	ความลึก a	ความยาว l ต่ำสุด	ระยะช่วงรอยย้ำต่ำสุด
ไม่เกิน 5	0.12 + 0.05	3.5	5.5
เกิน 5	0.15 + 0.05	5.0	8.0

ตารางที่ ก.2 รอยย้ำอย่างตรง

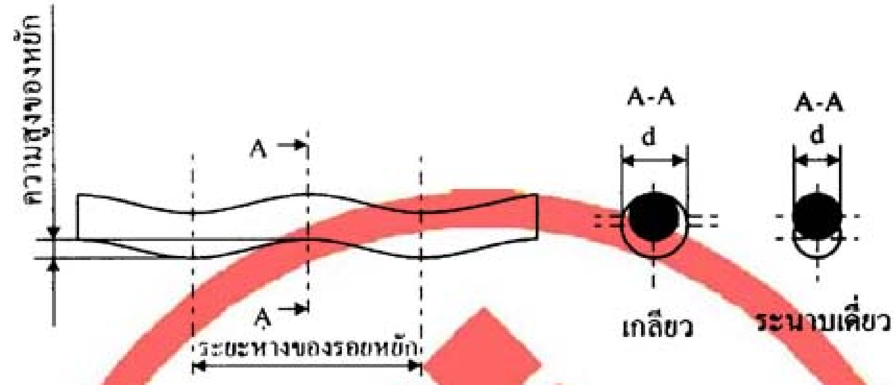
(ข้อ ก.1)



เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวด	ความลึกของรอยย้ำ มิลลิเมตร	
	ต่ำสุด	สูงสุด
4	0.05	0.20
5	0.05	0.20
7	0.10	0.25
9	0.15	0.25

ก.2 ขนาดหยัก แนะนำให้เป็นไปตามตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.3 ขนาดหยัก
(ข้อ ก.2)



ลักษณะหยัก	ระยะช่วงหยัก	ความสูงของหยัก	
		เกลียว	ระนาบเดี่ยว
หยักสั้น	5d ถึง 10d	ร้อยละ 5d ถึงร้อยละ 10d	ร้อยละ 10d ถึงร้อยละ 20d
หยักยาว	8d ถึง 12d	ร้อยละ 6d ถึงร้อยละ 12d	ร้อยละ 12d ถึงร้อยละ 25d

ภาคผนวก ข.
เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขด
(ข้อ 4.3)

ข.1 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขด ให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขด
(ข้อ ข.1)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขด เมตร
4	1.25 หรือ 2
5	1.5 หรือ 2
6 7 และ 8	2
10 และ 12.2	2.5